# 第４講　拒絶反応，抗原抗体反応

**【1】**　臓器が不可逆的な機能不全に陥った場合の治療法の１つとして，他人から臓器の提供を受ける臓器移植がある。臓器移植において，臓器を提供する側をドナー，移植を受ける側をレシピエントという。異なる個体間で行われるヒトからヒトへの臓器の移植は，同種異系移植と呼ばれる。

通常，異系移植では，ドナーからの移植臓器がレシピエントのＴ細胞に非自己として認識されて活性化する免疫反応，いわゆる〔　ア　〕を起こす。非自己と認識される移植抗原として重要なものに〔　イ　〕分子があり，その遺伝子は多型性に富んでいる。この移植片に対する免疫反応には，〔　ウ　〕性免疫と〔　エ　〕性免疫によるものとがあり，①〔　ウ　〕性免疫が活性化されると，キラーＴ細胞によって移植片が攻撃される。また〔　エ　〕性免疫の活性化では，移植片に特異的な抗体が産生され，その抗体が移植片の抗原と結合して補体系の活性化や抗体依存性細胞傷害が生じる。

〔　ア　〕が生じるには〔　イ　〕分子の発現や免疫担当細胞との遭遇などが求められるが，角膜移植では〔　ア　〕は生じにくい。これは，角膜には〔　オ　〕がないことが大いに関係する。

問１　文章中の〔　ア　〕～〔　エ　〕に入る適切な語句を記入しなさい。

問２　〔　オ　〕に入る適切な語句を(a)～(e)の中から１つ選びなさい。

(a) 筋組織　(b) 血　管　(c) 神　経　(d) 上　皮　(e) 結合組織

問３　下線部①の免疫反応と，ABO式血液型でＡ型のヒトの赤血球をＢ型のヒトに輸血するようなABO式血液型不適合輸血時に生じる免疫反応とは異なる。このABO式血液型不適合輸血時に生じる免疫反応の起点となる反応を，簡潔に20字以内で答えなさい。

次に以下に示す２つの移植実験を行った。各実験開始時に準備するマウスは〔　イ　〕分子をコードする遺伝子を含めてほとんどの遺伝子が同じ対立遺伝子を持つホモ接合体となっており，同系統のマウス間は遺伝的に同一とみなせる。また，本実験では移植片の〔　イ　〕分子の異同が認識されることによってその生着が決まり，遺伝的に異なる系統のマウス間での皮膚移植では〔　イ　〕分子の類似性によって，移植片が生着することはないとする。そして，移植片の生着の判定は予備実験にて適切とされた時期とし，観察した期間では皮膚移植を受けた部位の感染は生じなかったものとする。ただし，文章中および各実験に関する説明文の〔　イ　〕には問1の〔　イ　〕と同じ語句が入る。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔実験 1〕

遺伝的に異なる 2 系統のマウスを用いて交配を行う。生まれた子が生殖可能となった時点で，その親マウスとの間で皮膚移植を行った。ただし，用いたマウスには遺伝的な胸腺欠如や〔　イ　〕分子の欠失はない。

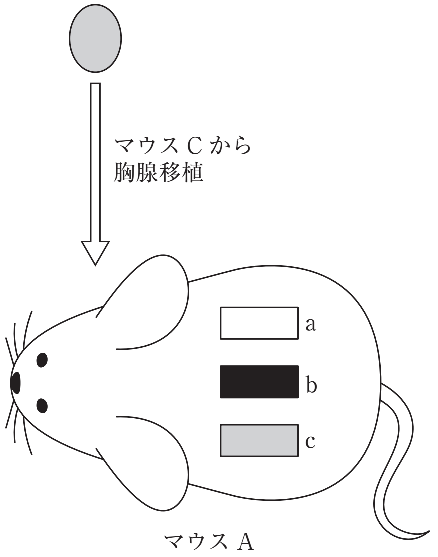
問 4　親から子へ移植した移植片と子から親へ移植した移植片それぞれについて，皮膚移植片が生着する場合には○を，移植片が生着しない場合には×を記入しなさい。

〔実験 2〕

実験の略図を図 1 に示し，用いた成体マウスの特徴を以下に記す。

・マウスA，BおよびCは互いに遺伝的に異なる3種類の系統である。
・マウスAは遺伝的に胸腺を欠如した免疫不全マウスであるが，〔　イ　〕分子は欠失していない。
・マウスBは〔　イ　〕分子を欠失したマウスである。
・マウスCは遺伝的な胸腺欠如や〔　イ　〕分子の欠失はない。

まず，マウスAにマウスCの胸腺を移植する。この胸腺が移植されたマウスに，マウスAと同系統のマウス，マウスBおよびマウスCから皮膚移植を行った。マウスAと同系統のマウスからの皮膚移植片，マウスBからの皮膚移植片およびマウスCからの皮膚移植片をそれぞれ移植片a，bおよびcとする。




a ：マウスＡと同系統のマウスからの皮膚移植片
b ：マウスＢからの皮膚移植片
c ：マウスＣからの皮膚移植片

図 1


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　移植片a，bおよびcそれぞれについて，移植片が生着する場合には○を，移植片が生着しない場合には×を記入しなさい。ただし，この判定は移植を受けたマウスが死亡する前に行うものとする。

問６　実験２で胸腺と皮膚の移植を受けたマウスは，その後移植片にとどまらず，全身に免疫反応が現われて死に至る。このマウスＡの全身に現われた免疫反応について，簡潔に80字以内で説明しなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

**【2】**　次の文1と文2を読み，ⅠとⅡの各問に答えよ。

〔文1〕

免疫系には，抗体が主役となる［ 1 ］性免疫と，リンパ球などの免疫細胞が主役となる細胞性免疫がある。

抗体はB細胞で産生される［ 2 ］(Ig)というタンパク質である。代表的なIgであるIgGという分子は，図1－1に示すように，重鎖と軽鎖というポリペプチドが2本ずつで構成され，ジスルフィド結合で結ばれている。各ポリペプチドは可変部と定常部からなる。Y字型に開いた2つの腕の先端部分に存在する溝状の構造を抗原結合部位とよぶ。(ア)抗原と抗体の結合の強さは，抗原結合部位の立体構造と，抗体と結合する抗原表面の部分(抗原決定部位)の立体構造の相補性により決まる。適切なタンパク質分解酵素を用いると，抗原結合部位の立体構造を変化させずに，抗原結合部位を含む断片(Fab)とそれ以外の断片(Fc)に，IgGを分断できる。ここでは，図1－1に示すように，それぞれの部分をFab，Fcとよぶ。

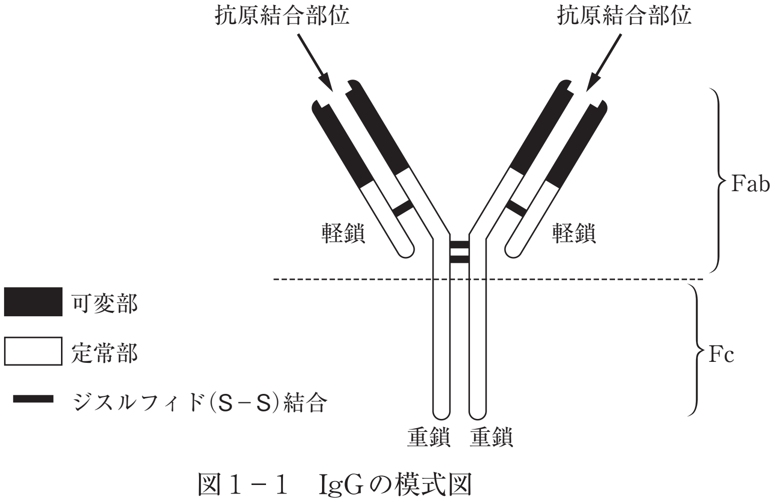



図1－1　IgGの模式図

重鎖の可変部は，V，D，Jとよばれる3つの遺伝子断片にコードされている。未分化なB細胞の染色体には，異なる配列をもつ遺伝子断片が，それぞれ数個～数十個存在する。B細胞が分化するとき，個々のB細胞で，V，D，Jの遺伝子断片が1つずつ選ばれて連結し(DNA再編成)，1個のB細胞では1種類の固有のアミノ酸配列が決定される。軽鎖の可変部についても，V，Jの2つの遺伝子断片によるDNA再編成がおこる。その結果，個々のB細胞は異なる抗原特異性をもつ抗体を産生する。ある抗原に対する抗体を産生することができるB細胞が，生体内で，その抗原と出会うと，増殖(クローン増殖)し，抗体を産生する。このため，その抗原に対する血清中の抗体量が増える。リンパ球の1種である［ 3 ］は，B細胞のクローン増殖を調節する。

マウスにヒトのがん細胞に対する抗体を産生させるため，次の実験を行った。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

実験１　ヒトの白血球由来のがん細胞Ｘの表面タンパク質Ｙと，正常なマウスの白血球の表面タンパク質Ｚを単一に精製した。ＹはＸにのみ発現しており，正常なヒトの細胞には発現していない。ＹとＺを同じ濃度で生理的食塩水に溶解し，2匹のマウスに，それぞれ2回ずつ同量注射した。経時的にマウスから血清を分離し，一定量のＹおよびＺに対する，血清中の抗体の反応の強さ（抗体力価）を測定した。その結果，図１－２のように，(イ)Ｙを注射した場合，1回目の注射で抗体力価は弱く上昇したが，2回目の注射では強く上昇した。一方，Ｚを注射した場合には，抗体力価はまったく上昇しなかった。

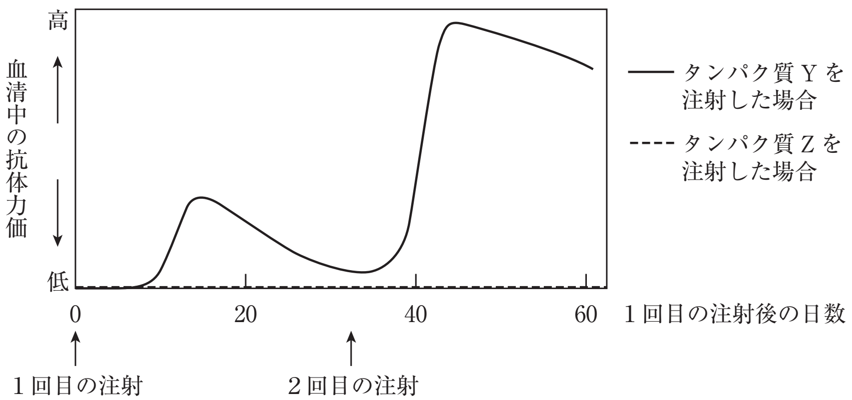



図１－２　タンパク質ＹとＺを注射したマウスの抗体力価の経時的変化

〔文 2〕

毒素やウイルスが抗原の場合，抗体が結合するだけで抗原を不活性化することがある。ところが，病原菌やがん細胞が抗原の場合，抗体が結合するだけでは抗原細胞を殺せないことが多い。しかし，たとえば，Fab部分で抗原細胞と結合したIgG抗体のFc部分が，マクロファージの表面にある，Fcに対する受容体と結合すると，抗体を介して結合した抗原細胞に対するマクロファージの食作用が容易になり，抗原細胞が排除されることがある。

がん細胞に対するモノクローナル抗体を用いた，がんの治療が行われている。モノクローナル抗体を作製するには，まず，動物に目的の抗原を注射して，その抗原に特異的な抗体を産生するＢ細胞を体内でクローン増殖させる。(ウ)Ｂ細胞を多く含む器官からＢ細胞を分離し，無限増殖能をもつミエローマ細胞と融合させる。つぎに，目的の抗原と結合する抗体を産生する融合細胞を1個選び，培養液中で増殖させると，培養液から単一の抗原特異性をもつモノクローナル抗体が得られる。この方法により，実験１においてＹに対して十分に血清中の抗体力価が上昇したマウスから，Ｂ細胞を分離して，Ｙに対するモノクローナルIgG抗体（mab1）を作製した。しかし，ヒトのがん細胞Ｘの培養液にmab1を大量に加えても，mab1はＸの細胞表面に結合するのに，Ｘの増殖は抑制しなかった。

通常は，ヒトの細胞を正常なマウスに注射すると，Ｘのようながん細胞であっても，強


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

い免疫反応がおこって，ヒトの細胞は排除される。しかし，(エ)遺伝的に胸腺の形成不全を示すヌードマウスに，ヒトのがん細胞Xを注射したところ，血液中でXが増殖した。そこで，がん細胞Xに対するmab1の効果を調べるため，このヌードマウスを用いて，次の実験を行った。

実験２　ヒトのがん細胞Xが血液中で増殖している２匹のヌードマウスに，精製したmab1と正常なマウス血清から精製したIgG(正常マウスIgG)を，同じ濃度で生理的食塩水に溶解し，それぞれ，同量注射した。経時的にヌードマウス血液中のがん細胞Xの細胞数を計測した結果，正常マウスIgGを注射した場合は，がん細胞Xの細胞数は増加していたが，mab1を注射した場合は，しばらくすると，がん細胞Xは血液中にまったく見られなくなった。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔問〕

Ⅰ　文１について，以下の小問に答えよ。

A　文中の空欄 1～3 に適切な語を入れよ。

B　下線部(ア)について。抗原決定部位と抗原結合部位の結合様式として正しいものを，以下の(1)～(5)からすべて選べ。

(1)　ペプチド結合　(2)　ジスルフィド結合

(3)　ファンデルワールス力　(4)　水素結合　(5)　イオン結合

C　ある１種類のIgG抗体が，異なる病原体OおよびPのいずれとも，抗原抗体反応によって特異的に強く結合した。その理由を60字程度で述べよ。

D　実験１について。２種類の変異マウス，$Y^{+/+}$マウスと$Z^{-/-}$マウスに，実験１と同様にYとZをそれぞれ注射して，抗体を産生させる場合を考える。ここで，$Y^{+/+}$マウスはヒトのタンパク質Yの遺伝子をマウスの染色体に組み込んで，Yを細胞表面に発現させた変異マウスであり，$Z^{-/-}$マウスは，マウスのタンパク質Zを先天的につくれない変異マウスである。$Y^{+/+}$マウスにYを注射した場合は，Yに対する血清中の抗体力価は上昇しなかった。一方，$Z^{-/-}$マウスにZを注射した場合は，Zに対する血清中の抗体力価は上昇した。それらの結果が得られた理由を100字程度で述べよ。

E　下線部(イ)について。２回目のYの注射後，抗体力価が著しく上昇した説明として適切なものを，以下の(1)～(5)からすべて選べ。

(1)　１回目のYの注射によりB細胞が産生した抗体は，リンパ組織に貯蔵されていた。２回目のYの注射によりその抗体が一挙に血液中に放出された。

(2)　１回目のYの注射によりB細胞が産生した抗体は，血清中に残っていた。２回目のYの注射によりその抗体自体のYとの結合が著しく強くなった。

(3)　１回目のYの注射によりクローン増殖したB細胞の一部が，記憶B細胞として残っていた。２回目の注射によりその記憶B細胞がすばやく増殖したため，Yと結合できる抗体の産生量が著しく多くなった。

(4)　１回目のYの注射によりクローン増殖したB細胞の一部が，記憶B細胞として残っていた。２回目の注射によりその記憶B細胞にDNA再編成が起きて，Yと結合できる抗体の種類が著しく増えた。

(5)　１回目のYの注射によりクローン増殖したB細胞の一部が，記憶B細胞として残っていた。２回目の注射によりその記憶B細胞にDNA再編成が起きて，１回目より著しく強くYと結合できる抗体を産生した。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⅱ　文２について，以下の小問に答えよ。

A　下線部(ウ)について。B細胞を多く含む器官として適切なものを，以下の(1)〜(5)からすべて選べ。

(1)　リンパ節　(2)　ひ　臓　(3)　脳　(4)　すい臓　(5)　胸　腺

B　下線部(エ)について。遺伝的に胸腺の形成不全を示すヌードマウスでは，なぜヒトのがん細胞Xは排除されなかったのか。100字程度で述べよ。

C　mab1のFab(mab1-Fab)とFc(mab1-Fc)を作製し，以下の(1)〜(4)を，実験２で用いたmab1と同じ濃度で，生理的食塩水に溶解した。Xが血液中で増殖している４匹のヌードマウスに，実験2と同じ方法で，それぞれ，同量注射した。最も強くXの増殖を抑制すると考えられるものを，以下の(1)〜(4)から１つ選べ。また，その理由を70字程度で述べよ。

(1)　精製したmab1-Fab
(2)　精製したmab1-Fc
(3)　精製したmab1-Fabとmab1-Fcを等量混合したもの
(4)　精製したmab1

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第４講　確認テスト

ほ乳類の免疫現象に関する次の文章１～文章３を読み，以下の問１～問７に答えよ。

文章１　ヒトの免疫担当細胞のほとんどは骨髄で発生する。その後，あるものは胸腺やひ臓などの器官で成熟，分化する。免疫には体液性免疫と細胞性免疫がある。体液性免疫においては，体内に侵入した異物はまずマクロファージによって捕えられ，その抗原情報はＴ細胞に伝えられ，Ｔ細胞によって活性化されたＢ細胞が増殖，分化して血しょう中に免疫グロブリンを分泌する。

問１　骨髄についての記述として最も適切なものをa)～e)のうちから１つ選べ。ただし，適切なものがない場合はfと答えよ。

a)　脊髄の中心にある空洞の中にある。
b)　脊つい骨を首から腰まで貫く空洞の中にある。
c)　脊つい骨の周囲に付随した血液に富む組織である。
d)　手や足の骨の中心にあいている空洞の中にある。
e)　手や足の骨の周囲に付随した血液に富む組織である。

問２　胸腺とひ臓についての記述として適切なものを，それぞれa)～d)のうちから全て選べ。ただし，適切なものがない場合はeと答えよ。

胸腺　　　　　　　　ひ臓

a)　Ｔ細胞が成熟する器官である。　　b)　心臓に隣接している器官である。
c)　胃に隣接している器官である。　　d)　腋（わき）の下などにある器官である。

問３　マクロファージについての記述として適切なものをa)～e)のうちから全て選べ。ただし，適切なものがない場合はfと答えよ。

a)　体の細胞の中で食作用を示す唯一の細胞である。
b)　抗体と結合した抗原の除去にも関わる。
c)　細胞性免疫においても異物の情報をＴ細胞に伝える。
d)　異物を認識するとその一部は記憶細胞として残る。
e)　ヒスタミンを放出し，アレルギー反応を起こす。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

文章2　タンパク質Aをタンパク質分解酵素で分解するとペプチドBとペプチドCに分かれた。2つのペプチドを別々のマウスに注射し，それぞれに対するモノクローナル抗体を作製した。

モノクローナル抗体とは，含まれている免疫グロブリン分子の全てが全く同一のアミノ酸配列を持つ抗体であり，したがって，抗原となる分子のある決まった一か所にしか結合することができない。

通常の抗体には多くの種類の免疫グロブリン分子が含まれており，1つの抗原分子の複数の場所に免疫グロブリン分子が結合する。免疫グロブリン分子は2つの抗原結合部位を持つので，抗原と免疫グロブリン分子は互いに鎖状につながった巨大な複合体を作って沈殿となる（図1)。それに対し，抗原分子上の一か所にしか結合できないモノクローナル抗体は，抗原と混合しても沈殿を作ることができない（図2)。

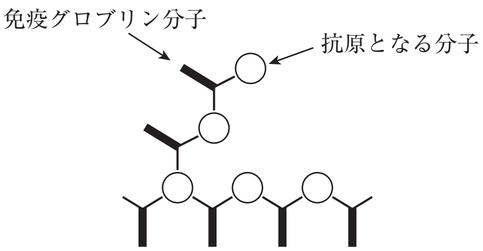


図1

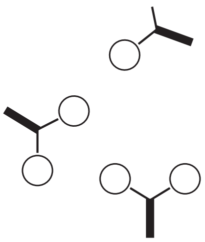


図2

免疫グロブリン分子はタンパク質分解酵素によって分解される。図3はタンパク質分解酵素パパインと，タンパク質分解酵素ペプシンが免疫グロブリン分子を切断する部位を示している。

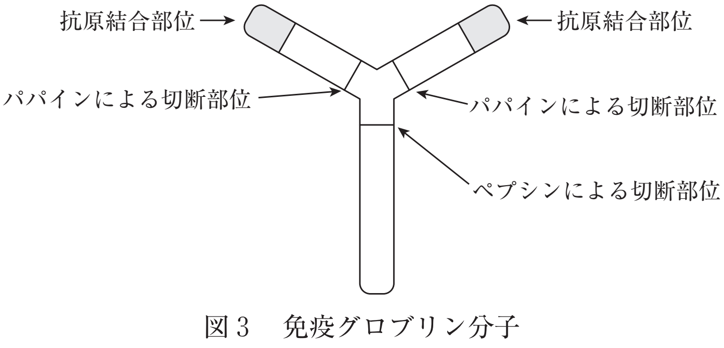


図3　免疫グロブリン分子


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文章２で作製したモノクローナル抗体から次の①～⑥の試料を作製し，a)～f)のような混合物を作った。これらの混合物のうち，抗原抗体反応による沈殿物ができるものを全て選べ。ただし，該当するものがない場合はｇと答えよ。

①　ペプチドＢに対するモノクローナル抗体
②　ペプチドＢに対するモノクローナル抗体のパパイン消化物
③　ペプチドＢに対するモノクローナル抗体のペプシン消化物
④　ペプチドＣに対するモノクローナル抗体
⑤　ペプチドＣに対するモノクローナル抗体のパパイン消化物
⑥　ペプチドＣに対するモノクローナル抗体のペプシン消化物

a)　①と④とタンパク質Ａの混合物
b)　①と⑤とタンパク質Ａの混合物
c)　①と⑥とタンパク質Ａの混合物
d)　②と⑤とタンパク質Ａの混合物
e)　②と⑥とタンパク質Ａの混合物
f)　③と⑥とタンパク質Ａの混合物


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

文章３　移植された組織片が拒絶されるのは免疫反応の結果であり，細胞表面には自己，非自己の識別に関わる抗原が存在する。この抗原は複数の遺伝子座にある遺伝子によってつくられる。また，それぞれの遺伝子座には多くの複対立遺伝子がある。それらについて，ここでは次のように仮定する。

仮定１：遺伝子座はＡとＢとＣの３種類である。それぞれは独立であるとする。
仮定２：A，B，Cのそれぞれに２つずつの対立遺伝子，$A_1$と$A_2$，$B_1$と$B_2$，$C_1$と$C_2$がある。
仮定３：自己が持つ抗原タンパク質と異なる抗原を持つ移植片は拒絶されるが，そのような抗原を持たない移植片は拒絶されない。たとえば，遺伝子型が$A_1A_1B_1B_1C_1C_2$の移植片は，遺伝子型が$A_1A_1B_1B_1C_1C_1$の個体によって拒絶されるが，遺伝子型$A_1A_2B_1B_2C_1C_2$の個体によって拒絶されない。

いま，遺伝子型が$A_1A_1B_1B_2C_1C_2$の父親と，遺伝子型が$A_1A_2B_2B_2C_1C_2$の母親がいたとする。

問５　文章３の父親および母親が拒絶する移植片の遺伝子型を，それぞれa)～e)のうちから全て選べ。

父親　　　　　　母親

a）$A_1A_1B_2B_2C_1C_2$　　b）$A_1A_1B_2B_2C_2C_2$　　c）$A_1A_2B_1B_1C_2C_2$
d）$A_1A_2B_1B_2C_1C_2$　　e）$A_2A_2B_2B_2C_1C_1$

問６　文章３の父親と母親の間に生まれた子供が，遺伝子型$A_1A_1B_2B_2C_1C_2$の組織片を拒絶する確率を，小数第一位を四捨五入して求めよ。

問７　文章３の父親と母親の間に生まれた子供が，遺伝子型$A_1A_2B_2B_2C_1C_2$の組織片を拒絶する確率を，小数第一位を四捨五入して求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第４講

## 【1】

問１　ア　拒絶反応　　イ　主要組織適合遺伝子複合体［MHC］
　　　ウ　細胞　　　　エ　体液（液）

問２　(b)

問３　ABO式血液型抗原に対する抗原抗体反応

問４　親から子への皮膚移植　○　　子から親への皮膚移植　×

問５　a　×　b　○　c　○

問６　マウスＣから移植された胸腺由来のＴ細胞によりマウスＡの体細胞の表面に発現したMHCが非自己と認識され，激しい拒絶反応が生じて死に至る。

## 【2】

Ⅰ　A　(1)　体液（液）　(2)　免疫グロブリン　(3)　Ｔ細胞（ヘルパーＴ細胞）

B　(3)(4)(5)

C　異なる病原体ＯとＰであるが，立体構造上の類似性を持ち，この部分にIgGの抗原結合部位が合致するため，抗原抗体反応が起きた。(59)

D　$Y^{+/+}$マウスは，幼少期から細胞表面にＹを発現しているため，Ｙに対する免疫寛容が起こり，Ｙは自己と認識されない。一方，$Z^{-/-}$マウスでは，Ｚが体内に存在しないため，Ｚは非自己として認識されるから。(92)

E　(3)

Ⅱ　A　(1)(2)

B　胸腺が形成不全であると，Ｔ細胞が成熟の場を失う。その結果，Ｂ細胞による抗体産生も起こらなくなるため，がん細胞Ｘが注射されても抗体を介したがん細胞に対するマクロファージの食作用が促進されなくなるから。(99)

C　(4)

　がん細胞Ｘに対するマクロファージの食作用は，マクロファージががん細胞Ｘに結合した抗体のFc部分を認識することで促進されるため。(63)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第４講　確認テスト

問１　d）
問２　胸腺…a），b）　ひ臓…c）
問３　b），c）
問４　a），c），f）
問５　父親…c），d），e）　母親…c），d）
問６　50％
問７　75％

**【解説】**

問１　骨髄は骨の内部の柔組織であり，ほとんどの骨の中に存在する。四肢骨や骨盤などで特に発達しており，造血幹細胞の分裂によってさまざまな血球が作られている。

問２　胸腺は，心臓の上部に位置するリンパ系の器官であり，リンパ球の１種であるＴ細胞の成熟が行われる。特に幼少期の胸腺ではリンパ球の成熟が行われているため，出生直後に胸腺を摘出するとリンパ球が成熟の場を失うため免疫不全となる。またひ臓は，胃の左後ろに位置する器官であり，内部にはリンパ球が存在し，さまざまな免疫応答反応が行われている。また赤血球などの血球の破壊の場でもある。

問３　マクロファージは白血球の１種であり，血球の5％程度を占める単球が組織内に浸潤して分化する。マクロファージは内部にリソソームを多く含み，食作用によって取り込んだ抗原を分解するとともに，分解した抗原の一部を細胞膜の表面に提示することで，ヘルパーＴ細胞に抗原の情報を伝える役割も持つ。aについて，食作用を示す細胞は，マクロファージ以外にも好中球や樹状細胞などがある。bについて，正しい。抗体が結合した抗原はマクロファージによって効果的に排除される。cについて，正しい。マクロファージは体液性免疫，細胞性免疫のどちらにおいても抗原提示を行う。dについて，記憶細胞として残るのはリンパ球であり，マクロファージは記憶細胞にならない。eについて，ヒスタミンを放出しアレルギー反応を起こすのは，肥満細胞である。

問４　免疫グロブリンをパパインで処理した場合，抗原への結合能は残るものの，抗原結合部位が分離するため凝集させることができなくなる。一方，ペプシンで処理した場合，結合能も凝集能も残る。タンパク質ＡはペプチドＢとペプチドＣで構成されるが，それぞれのペプチドに対する抗体だけでは分子が複合体になれず凝集しない。両方のペプチドに対する抗体を混在させることで，抗原と免疫グロブリン分子が鎖状につながり，沈殿が起きる。ゆえに，沈殿物が出来る組み合わせは，①か③と，④か⑥の組み合わせとなる。以上より，a①④，c①⑥，f③⑥が正解となる。


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問5　父親が $A_1A_1B_1B_2C_1C_2$，母親が $A_1A_2B_2B_2C_1C_2$ である。父親によって $A_2$ は非自己であるため，$A_2$ をもつc)，d)，e)は拒絶反応が起きる。また，母親にとって $B_1$ は非自己であるため，$B_1$ をもつc)，d)で拒絶反応が起きる。

問6　$A_1A_1B_1B_2C_1C_2$ と $A_1A_2B_2B_2C_1C_2$ の間に生まれた子供の遺伝子型は，$A_1A_1$ と $A_1A_2$ がそれぞれ $\frac{1}{2}$，$B_1B_2$ と $B_2B_2$ がそれぞれ $\frac{1}{2}$，$C_1C_1$ と $C_1C_2$ と $C_2C_2$ がそれぞれ $\frac{1}{4}$，$\frac{1}{2}$，$\frac{1}{4}$ の確率で生じることになる。これらは独立して遺伝する。

その子供に $A_1A_1B_2B_2C_1C_2$ の遺伝子型の組織片を移植した場合，移植片の $A_1$ と $B_2$ は拒絶されないが，子供の遺伝子型が $C_1C_1$ であった場合は移植片の $C_2$ が，子供の遺伝子型が $C_2C_2$ であった場合は移植片の $C_1$ が非自己となってしまうため，拒絶反応が起こる。ゆえに，$A_1A_1B_2B_2C_1C_2$ の遺伝子型の組織片に対して拒絶反応が起こる確率は，子供の遺伝子型が $C_1C_1$ もしくは，$C_2C_2$ となる確率となるので $\frac{1}{2}$，すなわち50％が答えとなる。

問7　同様に，$A_1A_2B_2B_2C_1C_2$ の遺伝子型の組織片を移植したとき，子供の遺伝子型が $A_1A_1$ であった場合は移植片の $A_2$ が非自己となってしまうので，$\frac{1}{2}$ の確率で拒絶反応が起こる。また，Cについては，問6と同様なので $\frac{1}{2}$ の確率で拒絶反応が起こる。AとCの遺伝は独立に起こり，AとCの一方でも拒絶されれば拒絶反応が起こる。拒絶反応が起こることを，移植片が生着することの余事象と考えると，拒絶反応が起こる確率は，$1-(\text{生着する確率})=1-\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=1-\frac{1}{4}=\frac{3}{4}$ となる。ゆえに，75％が答えとなる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。